

(Aus der Hirnhistologischen Abteilung der Psychiatrisch-neurologischen Universitätsklinik zu Budapest [Vorstand: Prof. Dr. *Karl Schaffer*].)

Über das hirnanatomische Substrat des Rechentalentes.

Von

Kálmán v. Sántha,

Assistent der Abteilung.

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 29. August 1932.)

In Fortsetzung der von *Somogyi* und *Schaffer* in Angriff genommenen Arbeit unseres Institutes (der erstere hat über die anatomische Untersuchung der Gehirne von zwei musikalischen Talenten, der letztere über die des Gehirnes eines Sprachtalentes berichtet) möchten wir zum Problem der Talentgehirne neue Beiträge liefern. Unserer Arbeit liegt das Gehirn eines einst auch im Ausland bekannten Rechenkünstlers zugrunde. Die Literatur ist an Veröffentlichungen über Gehirne von Mathematikern ziemlich magelhaft. Das Gehirn von Gauß und das von Dirichlet wurden von *R. Wagner*, das von Helmholtz von *Hanse mann*, Gylde ns und Sonja Kowalewskas Gehirn von *G. Retzius* beschrieben, wobei die Verfasser sich auf die Oberflächenverhältnisse beschränkten. Unser Fall war kein wahres mathematisches Talent, sein Wert besteht gerade darin, daß es sich um eine isolierte rechnerische Fähigkeit ohne höhere mathematische Begabung handelt, was vom Gesichtspunkt der Lokalisationsforschung aus sehr wichtig erscheint. Zweifelsohne sind mathematische Begabung und Rechenkunst verschiedene, sogar voneinander vollkommen unabhängige Eigenschaften. Sie können auch miteinander vergesellschaftet vorkommen, wie es bei Gauß, Ampère usw. der Fall war, obschon die rechnerische Fähigkeit bei diesen vielmehr in ihrer erstaunlich hochentwickelten Logik wurzelte. Die Mathematik bedarf eines höheren komplizierteren Talentes, einer hauptsächlich assoziativ-kombinativen Fähigkeit, die zumeist mit einem auch im allgemeinen guten Intellekt verbunden ist. Das Talent des Rechenkünstlers ist dagegen polarisiert, es beruht auf einem spezifischen Gedächtnis, wobei evtl. ein in jeder anderen Hinsicht schwaches Gedächtnis, ja sogar Schwachsinn bestehen kann (Fälle von *Wizel*, *Ganter*). Diese Isoliertheit des kalkulatorischen Talentos gestattet — abgesehen von entsprechenden klinisch-anatomischen Beobachtungen von durch herd-

förmigen Läsionen verursachten isolierten Rechenstörungen — die Annahme, daß sein materielles Substrat auf einem bestimmten Gebiet der Gehirnrinde gesucht werden muß. Die Ansicht: „Es ist von vornherein wahrscheinlich . . ., daß die Bedingung des mathematischen Talentes die Entwicklung einer umschriebenen Stelle der Gehirnrinde sei“ wurde bereits von *Möbius* ausgesprochen. Die Suche nach diesem umschriebenen Gebiet, dem kalkulatorischen Zentrum, ist auf zwei Wegen möglich: In pathologischen Fällen auf der Grundlage von Ausfallserscheinungen (*Acalculie*, *Henschen*) und an Gehirnen von Talenten. Bei letzteren ist in dem in Betracht kommenden Rindengebiet dem Normalen gegenüber irgendein Plus zu erwarten, das theoretisch in mannigfacher Weise erscheinen könnte. Um dieses Plus zustande zu bringen, bestehen für die Hirnrinde nach *Schaffer* im allgemeinen zwei Möglichkeiten: Zunahme der Oberfläche und Überentwicklung der inneren Struktur. Die letztere kann sich auf die Breite der Rinde, das Verhalten der Schichten, die Zelldichte und auf die Dimensionen der einzelnen Elemente beziehen. Gegenwärtig kennen wir nur wenige Beispiele dafür, wie sich die angeführten Möglichkeiten verwirklichen. Im zitierten Fall von *Schaffer* spielte die Oberflächengröße, in *Ch. Inabas* Fall von Mikrocephalie nebst normalen geistigen Fähigkeiten die Verdreifachung der Zellzahl, in einem Fall von *Somogyi* (János Nagy), ferner im Gehirn von Lenin — außer dem Oberflächenfaktor — die auffallende Vergrößerung einzelner Zellelemente, insbesondere der Pyramidenzellen eine Rolle. In unserem Fall wurde mit Rücksicht auf die verschiedenen Möglichkeiten die innere und äußere Gestaltung der Rinde gleichfalls einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Über unsere Ergebnisse berichten wir in folgendem.

Biographische Daten.

Moritz Frankl, Rechenkünstler; öffentliches Auftreten 1878—1902. Eine direkte Vererbung der Rechenkunst kann in der Aszendenz nicht nachgewiesen werden. Der Vater war *Schneider* aus intelligenter Kaufleutenfamilie, dessen Brüder ausgezeichnete kaufmännische organisatorische Fähigkeiten besaßen; er selbst war der intellektuell am wenigsten begabte in der Familie, ein leichtsinniger Kartenspieler mit mittelmäßigen Fähigkeiten. Die Mutter war — wie auch ihre Familie — einfach, ohne besondere Talente. Von den 8 Geschwistern von M. F. sind die Brüder (4) im Verhältnis zu ihrer Schulbildung und ihrem gesellschaftlichen Stand sehr intelligent, die Schwestern (4) weniger. Die Tochter eines Bruders ist ein musikalisches „Wunderkind“, das im Alter von 4—5 Jahren Aufsehen erregte und im 20. Lebensjahr Selbstmord beging. Die Eltern waren ganz unmusikalisch! Die als junges Mädchen verstorbene Tochter von M. F. schien das Talent ihres Vaters geerbt zu haben, wenn auch nicht in demselben Maße; der Vater gestattete aber nicht, ihr Talent auszuüben und weiter zu entwickeln.

Das Rechentalent von M. F. ist bei ihm bereits im 5. Lebensjahr aufgefallen, als er weder lesen noch schreiben konnte, noch die Ziffern kannte. In einem Geschäft hörte er den Gehilfen die Posten eines größeren Einkaufs addieren. Die aus mehreren Multiplikationen und Additionen entstandene Rechnung wurde vom 5jährigen Kind für falsch gehalten, er mischte sich ein und gab das richtige Resultat an. Von

nun an wurde er plötzlich berühmt. Als 6jähriger Knabe reiste er mit dem Vater und einem Impressario durch ganz Europa, wurde Fürsten vorgestellt und verdiente eine ansehnliche Summe, die sein Vater aufs Spiel gesetzt und verloren hat. Die ständigen Reisen und Auftreten dauerten 6 Jahre lang. Im 12. Jahr begann er die Schule zu besuchen und erledigte die ersten 3 Klassen der Normalschule in 2 Monaten. Zum Lernen hatte er aber nicht viel Lust, fiel in der untersten Klasse der Mittelschule durch und verließ die Schule. Später kehrte er zum Studium zurück, und trat als 19jähriger Junge in die Kriegsmarine ein. Hier wurden ihm wegen Verletzung der Subordination 7 Jahre Gefängnis auferlegt, wovon er $5\frac{1}{2}$ Jahre abbüßte. Nachher blieb er noch $1\frac{1}{2}$ Monate im Militärdienst, dann wurde er entlassen und kehrte zu seinen Eltern zurück. Er bekam eine Anstellung, doch schämte er sich als Vorbestrafter in der Umgebung der Bekannten und sammelte Geld für eine Südafrikareise. Er fuhr ab, in Neapel wurde ihm aber sein ganzes Vermögen gestohlen. Dieser Zwischenfall erbitterte ihn solchermassen, daß er sich in den Kopf geschossen hat. In 12 Tagen war er gesund bis auf den Verlust eines Auges. Ohne einen Heller wanderte er in 19 Tagen zu Fuß von Triest bis Budapest; hier wurde er infolge der vielen Entbehrungen, körperlicher und seelischer Ermüdung und hauptsächlich der quälenden Kopfschmerzen „ganz verwirrt“ und erinnerte sich bloß daran, daß er von einem Schutzmann angesprochen wurde. So kam er mit polizeiärztlicher Zuweisung im April 1897 in die Angyalfölder staatliche Irrenanstalt. Er wiederholte hier unablässig, daß er Gott sei, starrte auf Fragen vor sich hin, wußte über gar nichts Bescheid und verriet nicht, wer er sei. Nach 4 Tagen wollte er einen an seinen Vater adressierten Brief heraus schmuggeln, woraus sein Name festgestellt wurde. Dann änderte er sein Verhalten vollständig und erzählte seine Geschichte offen und vollkommen geordnet. In der Anstalt setzte er die Ärzte mit den großartigsten rechnerischen Produktionen in Erstaunen. Übrigens verbrachte er hier ruhig, geordnet und körperlich gebessert $2\frac{1}{2}$ Monate und verließ dann geheilt die Anstalt. Da er keine Anstellung finden konnte, begann er seine Rolle vor der Öffentlichkeit noch im selben Jahre, obwohl er diese „erniedrigende“ Lebensweise jetzt schon „verabscheute“. Er versuchte noch einmal den Selbstmord. Nachher war er in Anstellung bei verschiedenen Holzproduktionsbetrieben verschiedene Zeit lang. Wegen seiner Unverträglichkeit mußte er eine Anstellung nach der anderen verlassen. Im vorgerückten Alter gesellte sich den Entbehrungen eine Krankheit hinzu, weshalb er auf die interne Abteilung des Elisabeth-Siechenhauses eingeliefert wurde. Hier wurde er mit der Diagnose Aortitis luetica, Hypertrophie und Erweiterung des Herzens, Nephrose, Emphysema pulmonum vom 22. 2. bis 18. 5. 32 behandelt. Am 18. 5. erlag er einer sich an einen Infarkt anschließenden Pneumonie mit plötzlichem Herztod.

Wie erwähnt, manifestierte sich das Talent von M. F. im frühen Kindesalter. Er lernte die Ziffern erst als 10jähriges Kind kennen, als er bereits seit 5 Jahren als Rechenkünstler bekannt war. Nach den Angaben des Mittelschulprofessors für Mathematik, E., der ihn gelegentlich einer öffentlichen Produktion beobachtete, machte er als 8jähriger Knabe Addierungen, Extraktionen, Multiplikationen, Dividierungen, Potenzierungen und Wurzelziehungen mit 5–6zifferigen Zahlen; es handelte sich lediglich um die zweite Potenz bzw. Wurzel. Prof. E. betont, er sei *bloß ein Kalkulatortalent* gewesen, ohne mathematische oder geometrische Denkart. Er fixierte alles mittels seines Gehörs, da er zu dieser Zeit die Ziffern noch nicht kannte. Laut einem aus dem Jahr 1897 stammenden Programm löste er folgende Aufgaben: Multiplikation einer 4zifferigen Zahl mit einer 4zifferigen; Dividierung einer

8zifferigen mit einer 4—5zifferigen; Erhebung einer 4zifferigen auf die zweite, einer 3zifferigen auf die dritte Potenz; Quadratwurzelziehung aus einer 8zifferigen, Kubikwurzelziehung aus einer 12zifferigen Zahl; Lösung von arithmetischen und geometrischen Reihen, von Gleichungen mit 1 oder 2 Unbekannten; die Umrechnung einer beliebigen Zeitdauer (Jahre, Monate usw.) auf Sekunden. Mittels eines selbstgemachten Schlüssels konnte er innerhalb einiger Augenblicke sagen, auf welchen Tag der Woche ein beliebiges Datum fällt. Er rechnete immer aus dem Kopf, das Rechnen fiel ihm nie schwer; als alter Mann machte er es nicht mehr so leicht. Seine Gedächtniskraft war aber bis zu seiner letzten Minute intakt. Einige Jahre vor seinem Tode erprobte er noch von Zeit zu Zeit sein Gedächtnis. Einmal beobachtete seine Schwägerin, daß er eine Mustersammlung von 40 Phiolen mit verschiedener Aufschrift in der Hand hielt und aufmerksam anschaute. Nachher schloß er die Augen und später öffnete er sie wieder. Auf die Frage, was er mache, antwortete er: „Ich will feststellen, ob ich mich der einzelnen Benennungen richtig erinnere.“ Wie die Schwägerin erzählt, erinnerte er sich tatsächlich fehlerfrei. Dieser Selbstversuch weist übrigens darauf hin, daß sein Gedächtnis die gesehenen Gegenstände ebenso gut auffaßte wie die gehörten. Auf seinem Krankenbett war er schon stark apathisch, trotzdem konnte er alle die Angaben seiner verlorenen Krankengeschichte (Datum, Dosis, Arznei) auswendig ersetzen. Sein Gedächtnis beschränkte sich übrigens nicht auf Zahlen, es war im allgemeinen ausgezeichnet. Dieser Mann, der kaum in die Schule ging, konnte seine Umgebung noch im hohen Alter dadurch in Erstaunen setzen, daß er die unbedeutendsten Flüsse der Landkarte präzise lokalisieren, ihren Ursprung und ihre Einmündung restlos angeben konnte.

Ein anderwärtiges besonderes Talent besaß er nicht. Er wurde für intelligent gehalten, da er auch Sprachen leicht lernte und gut Schach spielen konnte. Dagegen konnte er nicht zeichnen und war vollkommen unmusikalisch.

In seinem Geisteszustand haben die Verwandten seit 1897 nichts Abnormes bemerkt. Sie erzählen nur von seiner Unverträglichkeit, seiner übertrieben selbstbewußten Eigenart, von seinem Humor und den oft bizarren Sticheleien, derenthalb er mit seinen Vorgesetzten oft Reibungen hatte. In Gesellschaft war er ein angenehmer und beliebter Mensch, der in vorgerücktem Alter von den vielen Enttäuschungen des Lebens verbittert wurde.

Anatomische Untersuchung.

Methodik. Unmittelbar nach der Sektion wurde das Gehirn in 10%iger Formalinlösung fixiert. Nach dreitägiger Fixierung erfolgte die Längen- und Gewichtsmessung, die Untersuchung und photographische Aufnahme der Oberfläche nach Ablösung der Hirnhäute. Nach 10tägiger

Härtung wurden beide Hemisphären nach *Poller-Economo* abgeformt. Nach 14tägiger Fixierung wurden für die cytoarchitektonischen Untersuchungen Schnitte angefertigt.

Makroskopische Beschreibung. Das Gewicht des Gehirnes beträgt samt Hirnhäuten 1185 g, hiervon fallen auf das Rhombencephalon 167 g. Der *Reichardtsche* Quotient $\left(\frac{\text{Großhirn}}{\text{Kleinhirn}}\right)$ ist 6,09 gegenüber dem Normalwert von 7. Das Gewicht der linken Hemisphäre beträgt ohne Hirnhäute 472 g, das der rechten 480 g. Dimensionen der linken Hemisphäre: Länge 16,9 cm, Höhe 10 cm, Breite 6,5 cm. Entfernung vom Frontalpol bis zum Sulcus Rolandi am Rand der Hemisphäre gemessen 13 cm, vom Sulcus Rolandi bis zum Occipitalpol 11,5 cm. Dimensionen der rechten Hemisphäre: Länge 17 cm, Höhe 10 cm, Breite 6,7 cm. Vom Frontalpol bis zum Sulcus Rolandi 13 cm, vom letzteren zum Occipitalpol 11,3 cm.

Die Oberfläche der linken Hemisphäre.

Frontallappen. Der Sulcus centralis geht 3 mm von der Fissura pallii aus, zieht in der Form eines verdoppelten Z nach unten und endet 5 mm vom Rand der Fossa Sylvii. Der Sulcus praecentralis besteht aus zwei beinahe gleich langen, stark geschlängelten Stücken. Aus dem oberen zieht der Sulcus frontalis superior nach vorn und spaltet sich nach einer Strecke von 3 mm in zwei Äste. Der obere Nebenast endet nach Verlauf von einigen Zentimetern, der untere erfährt nach 1,5 cm eine kurze Unterbrechung; seine Fortsetzung greift dann mit zahlreichen Nebenästen auf den Pol über. Der Sulcus frontalis inferior nimmt vom unteren Stück des Sulcus praecentralis seinen Ausgang, zieht bis zur Mitte der Pars triangularis nach vorn, wo er durch eine Querfurche abgeschnitten wird. Die seine Fortsetzung bildende Furche endet auf dem Pol etwa $\frac{1}{2}$ cm von dem unteren Ast des Sulcus frontalis superior. Der Ramus asc. anterior und der Ramus horizontalis der Fossa Sylvii schneiden typisch ins Gebiet des Gyrus frontalis inferior ein. Der Gyrus centralis anterior ist stark geschlängelt und hängt mit dem Gyrus frontalis medius breit zusammen. Das vordere $\frac{2}{3}$ des Gyrus frontalis superior et medialis besteht aus zahlreichen schmalen Windungen (stenogyrencephaler Typ). Unter den Teilen des Gyrus frontalis inferior sind die Pars opercularis und triangularis normal entwickelt, obwohl ziemlich gegliedert. Die Orbitalfläche ist verhältnismäßig einfach; sie zeigt eine nach hinten offene Y-Form (Sulcus triradiatus) und hiervon medialwärts zwei kleine Furchen. Auf der medialen Fläche sind bezüglich der Furchen typische Verhältnisse vorhanden.

Insularlappen. Er besteht typischerweise aus zwei langen und drei kurzen Windungen.

Parietallappen. Der Sulcus postcentralis nimmt seinen Ausgang unten unmittelbar am Rand der Fossa Sylvii und endet nach einigen Unterbrechungen etwa 3,5 cm vom oberen Rand; 1,5 cm vor seinem Ende beginnt der Sulcus interparietalis. Die Fortsetzung des Sulcus postcentralis wird durch eine asterförmige Grube gebildet, deren Hauptast auf der medialen Oberfläche in den Sulcus subparietalis mündet und dadurch den Praecuneus vollkommen in zwei Teile trennt. Der Sulcus interparietalis zieht mit einer starken Krümmung nach oben und mündet nach einem unregelmäßigen Verlauf in den Sulcus occipitalis transversus, wobei er auf 3 cm in die Nähe des Occipitalpols gelangt. Die Fissura parieto-occipitalis greift nach gabelförmiger Verzweigung auf die Lateralfäche über. Der untere Teil des Scheitellappens ist ziemlich atypisch gestaltet. Die Fossa Sylvii

endet mit zwei auffallend kurzen Nebenästen, so daß nur ein geringer Teil des Gyrus supramarginalis sich um sie befindet; der größere Teil liegt über der Fossa Sylvii. Der Sulcus temporalis primus spaltet sich in der Höhe des unteren Astes der Fossa Sylvii in zwei Äste: Der vordere faßt die zwei Endäste der Fossa Sylvii um, beugt sich in Rechteck nach oben und erreicht beinahe den Sulcus interparietalis. Der hintere Ast bildet die eigentliche Fortsetzung und geht in den Sulcus interparietalis hinüber (von dem er bloß durch eine tiefliegende Übergangswindung getrennt ist). Auch der Sulcus temporalis secundus geht hoch hinauf und endet ungefähr $\frac{1}{2}$ cm vor dem Sulcus interparietalis. Auf der Medialfläche befinden sich vor und hinter der erwähnten Furche auf dem Gebiet des Praeuncus noch zwei im großen ganzen senkrecht verlaufende Furchen. Die Verhältnisse der Windungen sind wegen der atypischen Furchen verwickelt. Der Gyrus arcuatus anterior und medius des oberen Parietallappens sind ziemlich breit, der Gyrus arcuatus posterior ist dagegen auffallend schmal. Auf dem großen Gebiet des unteren Scheitellappens ist das dem Gyrus supramarginalis entsprechende Gebiet zwischen dem Sulcus postcentralis und dem Ramus anterior sulci temporalis primi zu suchen; dies Gebiet ist von unregelmäßiger Form und durch 4 kleine seichte Furchen gegliedert. Das große quadratförmige Gebiet ($2,6 \times 3,5$ cm) zwischen den beiden Ästen des Sulcus temporalis primus und dem Sulcus interparietalis stellt den Gyrus angularis dar. Seine Oberfläche wird von zwei aus dem Sulcus interparietalis eindringenden und zwei anderen Furchen uneben gemacht. Der den Endast des Sulcus temporalis secundus umgebende Gyrus parietalis inferior posterior bildet ebenfalls eine ansehnliche Windung, die hinten vom Sulcus occipitalis transversus, ventralwärts vom Sulcus praelunatus begrenzt wird. Auf der Medialfläche fällt der mächtig entwickelte Praeuncus auf; er ist stark gegliedert und nimmt ein Gebiet von ungefähr $3,5-3,8 \times 5$ cm ein.

Temporallappen. Der Sulcus temporalis primus beginnt am Pol; er ist sehr tief, spaltet sich in der Höhe der Fossa Sylvii auf die erwähnten zwei Äste. Aufwärts gibt er drei Nebenäste, von denen der erste Temporallappen uneben gemacht wird. Der Sulcus temporalis secundus erreicht nach einer breiten Unterbrechung und starken Schlingelung seines hinteren Teils fast den Sulcus interparietalis. Auf der Basalfläche weisen der Sulcus temporalis tertius, der Sulcus temporo-occipitalis und die Fissura collateralis keine besondere Abweichung auf. Sowohl der erste als auch der zweite Temporalgyrus sind stark gegliedert, der Occipitalteil des ersten Gyrius ist aber relativ schwach entwickelt. Der Gyrus temporalis tertius, der Gyrus fusiformis und Gyrus lingualis sind in ihrem Vorderteil ziemlich einfach, occipitalwärts dagegen stark gegliedert. Der Gyrus hippocampi ist typisch. Zwei tiefe Temporalwindungen sind vorhanden, von denen die hintere breit und uneben ist und von einer seichten Furche unvollständig in zwei Teile getrennt wird.

Occipitallappen. Er wird vorn unten vom Sulcus occipito-temporalis lateralis, oben vom kurzen Sulcus occipitalis transversus bzw. der Fissura parieto-occipitalis begrenzt. Die ersterwähnte Furche mündet in den Sulcus temporalis secundus, die letztere wird vom Sulcus interparietalis etwa durchgeschnitten. Da der Sulcus interparietalis noch 1 cm in den Occipitallappen eindringt, entsteht eine asterartige Formation an der Stelle des Sulcus occipitalis transversus. Auffallend ist der den Occipitalpol umfassende Sulcus lunatus, der von der Medialkante ausgehend kaum 1 cm von der laterobasalen Kante endet. Auf der Oberfläche des so entstandenen Operculums laufen zwei schiefe Furchen auf- und lateralwärts. Die eine ist das übergreifende Endstück der Fissura calcarina, hiervon lateralwärts die andere ist der Sulcus accessorius. Der Sulcus lunatus und der Sulcus temporalis secundus werden vom Sulcus praelunatus miteinander verbunden. Auf der Medialfläche ist die Calcarina mäßig geschlängelt, sie sendet einen Nebenast in den Sulcus lingualis, vor diesem liegt eine verborgene cuneolinguale Windung. Die Fissura parieto-occipitalis ist klaffend, fließt mit der Calcarina zusammen, ist aber von der Fissura collateralis unabhängig. Die Oberfläche des Cuneus ist nicht zu groß, auf

ihm verläuft eine der Calcarina parallele, oberhalb dieser eine kleine gebogene Furche. Bezüglich der Windungen ist der Umstand erwähnenswert, daß trotz der Existenz des Sulcus lunatus alle drei Übergangswindungen nachweisbar sind. Der Occipitallappen ist im Vergleich mit dem Frontallappen auffallend klein (Abb. 1).

Die Oberfläche der rechten Hemisphäre.

Frontallappen. Der Verlauf des Sulcus centralis Rolandi sowie der des Sulcus praecentralis sind ähnlich dem linksseitigen. Der Sulcus frontalis superior biegt sich nach 5—6 cm Verlauf medialwärts und endet am Rand der Fissura pallii.

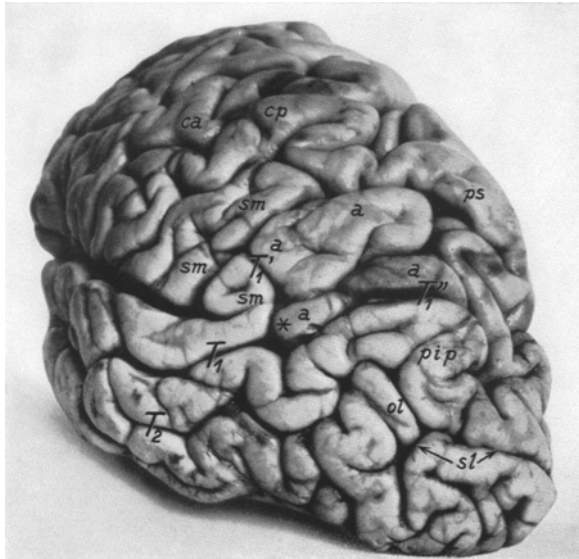


Abb. 1. Linke Hemisphäre, occipitaler Pol und Seitenansicht. T₁ Sulcus temporalis primus; T₁' Ramus anterior sulci temp. primi; T₁'' Ramus posterior sulci temporalis primi; T₂ Sulcus temporalis secundus; ca Gyr. centralis anterior; cp Gyr. centralis posterior; sm Gyr. supramarginalis; a Gyr. angularis; ps Gyr. parietalis superior; pip Gyr. parietalis inferior posterior; sl Sulcus lunatus; ol Sulcus occipitalis lateralis (S. praelunatus); * Stelle der Bifurkation des Sulcus temporalis primus.

Vorwärts von dieser Stelle überwiegen die Querfurchen. Das Verhalten des Sulcus frontalis inferior ist ähnlich dem oben beschriebenen, dasselbe gilt vom Ramus horizontalis und ascendens der Fissura Sylvii. Der ziemlich geschlängelt verlaufende Gyrus centralis anterior fließt in seinem unteren $\frac{2}{3}$ mit dem Gyrus frontalis medius breit zusammen. Die Teile des Gyrus frontalis tertius sind gut erkennbar, den linksseitigen ähnlich gestaltet. Der Vorderteil des Frontallappens ist mit schmalen unregelmäßig verlaufenden Gyren reichlich bedeckt. Die Medialfläche ist normal konfiguriert. Ein mächtiges parazentrales Gebiet ist vorhanden.

Insularlappen. Er ist dem linksseitigen ähnlich, sein Vorderteil tritt aber mehr hervor.

Parietallappen. Der Sulcus postcentralis stellt abweichend von der anderen Seite eine einheitliche Furche dar; 1,5 cm vom Rand der Fissura pallii ausgehend zieht er nach je einer Knickung nach vorn und hinten ungefähr bis zur Mitte der konvexen Oberfläche der Hemisphäre, von wo er sich bogenförmig nach

dem Frontalpol krümmt, schließlich vertikal bis zur Fossa Sylvii hinunterläuft. Von seiner Mitte geht der Sulcus interparietalis aus, dessen Verlauf vollkommen atypisch ist. Er spaltet sich nach etwa 1 cm Strecke in sagittaler Richtung T-förmig. Der untere Ast biegt sich um den Vorderast des Sulcus temporalis primus nach unten und hinten, er kann als ein Sulcus intermedius angesehen werden; der obere Ast verläuft steil aufwärts parallel dem Sulcus postcentralis, er biegt sich später occipitalwärts nach unten und endet am Rand der Fissura pallii. Gegen seine Mitte, aber in $\frac{1}{2}$ cm Entfernung davon, geht der hintere größere Teil des Sulcus interparietalis aus, der unterwegs zwei kurze Intermediärfurchen nach unten sendet.

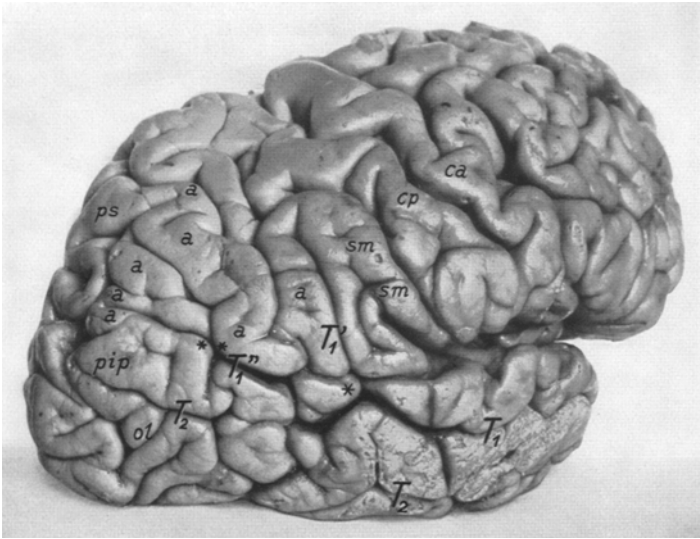


Abb. 2. Rechte Hemisphäre, Seitenansicht. T_1 Sulcus temporalis primus; T_1' Ramus anterior sulci temporalis primi; T_1'' Ramus posterior sulci temporalis primi; T_2 Sulcus temporalis secundus; ca Gyr. centralis anterior; cp. Gyr. centralis posterior; sm Gyr. supramarginalis; a Gyr. angularis; ps Gyr. parietalis superior; pip Gyr. parietalis inferior posterior, ol Sulcus occipitalis lateralis; a Übergangswindung zwischen Lobulus parietalis superior und inferior (Gyr. angularis); * Stelle der Bifurkation des Sulcus temporalis primus, ** Stelle der Bifurkation des hinteren Astes (T_1'') des Sulcus temporalis primus.

Er hört hinten mit dem Sulcus occipitalis transversus auf. Die Fossa Sylvii verläuft ebenso kurz wie drüben. Dagegen ist das System des Sulcus temporalis primus sehr gut entwickelt. Er spaltet sich in der Höhe der Fossa Sylvii in zwei Äste, deren einer, der vordere, sich steil nach oben biegt, der andere aber nach einer Knickung schräg nach hinten zieht und mit zwei Nebenzweigen fast den Sulcus interparietalis erreicht. Der geradlinig verlaufende Endast des Sulcus temporalis secundus kommt ebenfalls um $\frac{1}{2}$ cm in die Nähe des Sulcus interparietalis. Auf der Medialfläche ist das Praecuneusgebiet einfacher als auf der linken Seite; es wird bloß durch zwei sternförmige Furchen gegliedert. In bezug auf die Windungen ist vor allem die auffallende Breite des Gyrus postcentralis im Vergleich mit der linken Seite zu erwähnen. Das Gebiet zwischen dem Sulcus postcentralis und dem Ramus anterior des Sulcus temporalis primus müßte für die Supramarginalwindung gehalten werden, die im Verhältnis zur linksseitigen etwas kleiner ist; der Gyrus supramarginalis in engerem Sinne ist auffallend rudimentär entwickelt. Ein äußerst breites Gebiet von sehr komplizierter Oberfläche wird vom Gyrus

angularis eingenommen, der um die drei Nebenäste des Sulcus temporalis primus drei mit Intermediärfurchen komplizierte Windungen bildet. Hinter ihm bildet

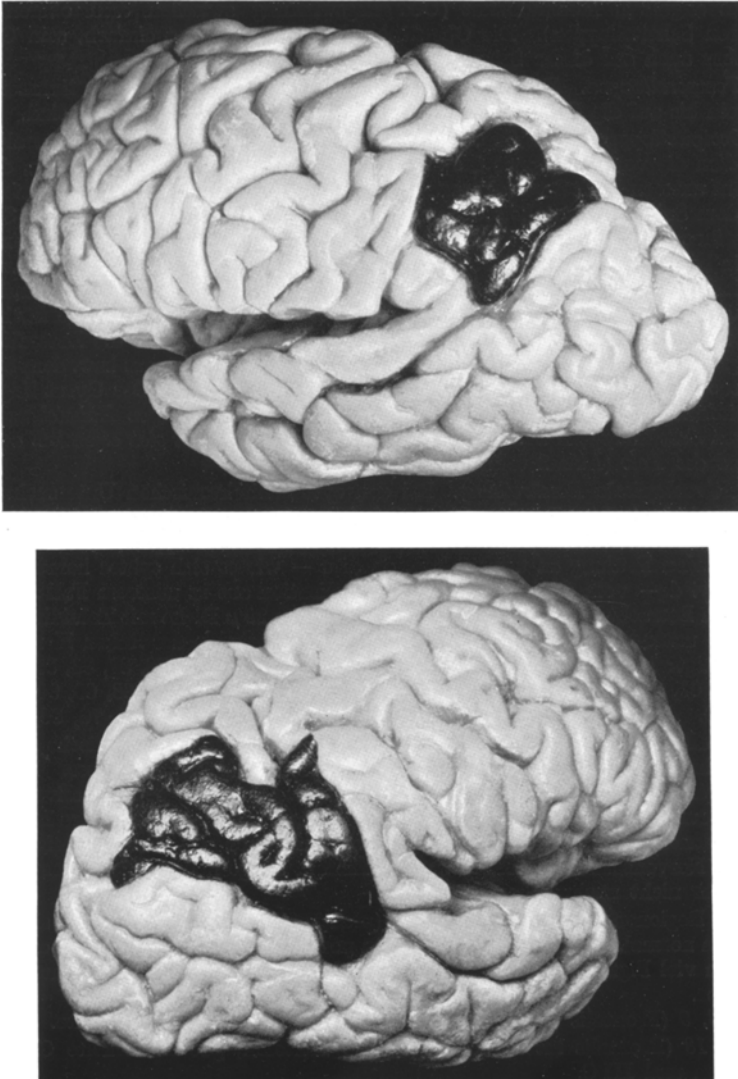


Abb. 3. Abguß der linken (oben) und rechten (unten) Hemisphäre nach dem *Poller-Economischen* Verfahren. Das dem Gyr. angularis entsprechende Gebiet ist mit dunkler Farbe dargestellt.

der Gyrus parietalis inferior posterior um das Endstück des Sulcus temporalis secundus eine einfache Windung, die hinten vom Sulcus lunatus, welcher mit dem Sulcus occipitalis zusammenfließt, begrenzt wird. Auch die Windungsverhältnisse

des oberen Scheitellappens sind vollkommen atypisch. Der Gyrus arcuatus anterior ist hinter dem Postcentralis eingeklemt und läuft ihm parallel, hinter ihm liegen die schmalen Gyrus arcuatus medialis und posterior, von denen der Medius mit dem Gyrus angularis kommuniziert (Übergangswindung zwischen dem oberen und unteren Scheitellappen). Die Oberfläche des Praecuneus ist einfach, sein Gebiet ist aber auch auf dieser Seite breit.

Temporallappen. Die Oberflächenverhältnisse stimmen mit den linksseitigen überein bis auf die Gyri temporales profundi, die hier etwas schmaler sind.

Occipitallappen. Der Sulcus occipitalis transversus fließt ventrolateralwärts mit dem die vordere Grenze des Pols bildenden Sulcus lunatus zusammen, der in seinem unteren Drittel vom kurzen Sulcus praelunatus (Sulcus occipitalis lateralis) mit dem Sulcus temporalis secundus verbunden ist. Auf dem Pol läuft der Sulcus calcarinus externus senkrecht hinunter, zwischen ihm und dem Sulcus lunatus ist ein horizontaler Sulcus accessorius sichtbar (mit Area striata bedeckt). Auf der Medialfläche zieht die Fissura calcarina geradlinig, zwischen ihrem Endast und dem Sulcus calcarinus externus liegt eine cuneolinguale Windung. Auf der Oberfläche des Cuneus läuft eine gut entwickelte bogenförmige Furche, die auf die Lateralfläche übergreifend unmittelbar hinter dem Sulcus occipitalis transversus bzw. dem Sulcus lunatus das obere Ende des Sulcus calcarina externa umgibt. Der Gyrus lingualis ist einfach. *Der ganze Occipitallappen ist infolge der mächtigen Entwicklung des unteren Scheitellappens nach hinten verschoben und beschränkt sich eigentlich auf die Gegend des Pols* (Abb. 2 und 3).

Mikroskopische Beschreibung. Bei den cytoarchitektonischen Untersuchungen waren wir bestrebt, einerseits womöglich jede wichtige Stelle der Gehirnrinde zu untersuchen, andererseits das Gebiet des unteren Scheitellappens einer besonders eingehenden Prüfung zu unterziehen, da dies — wie es sich später herausgestellt haben wird — vom Gesichtspunkt der Lokalisation aus in unserem Fall in erster Reihe in Betracht kommt. Wir haben Schnitte von 25 μ Dicke mit Toluidinfärbung aus den untenstehenden *Economo-Koskinasschen* Regionen der linken Hemisphäre angefertigt: 1, 3, 5, 7, 8, 9, 14, 18, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 46, 49, 52, 61, 64, 66, 67, 69, 70, 72, 73, 75, 76, 79, 80, 81, 86, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 107, 109. Aus der rechten Hemisphäre: 3, 21, 65, 70, 72, 73, 75, 76, 86, 87, 89.

Im allgemeinen sehen wir in der Rinde normale cytoarchitektonische Verhältnisse ohne die Zeichen eines wesentlichen pathologischen Prozesses. Einzelne Capillaren und Präcapillaren des Parenchyms weisen mäßige progressive Wandveränderungen auf, vereinzelt sehen wir auch unbedeutende perivaskuläre Infiltrate. Das Parenchym ist praktisch intakt, obwohl an manchen Stellen zahlreiche atrophische Nervenzellen vorhanden waren. Eine in Frage kommende Altersveränderung war nicht nachweisbar.

Die Regionen 1, 5, 3, 61, 64, 66, 67 (praecentralis und postcentralis) sind vollkommen normal. Die Betz-Zellen sind von normaler Tigroidstruktur und enthalten ziemlich viel Pigment. Atrophische Pyramidenzellen kommen in erwähnenswerter Zahl vor.

7, 8, 9 (Frontalis agranularis): Normale Tektonik und Zelldichte.

14, 18 (Frontalis intermedia): Normale Tektonik, gut entwickelte Granularschichten und III C.

23, 24, 26, 27 (Frontalis granularis): Einwandfreier normaler Cortex, bloß die Granularis externa zeigt mäßige Auflockerung.

28, 29 (Frontalis granularis triangularis): Normal; sehr gute Granularis interna und III C.

33 (Area orbitalis agranularis): Im allgemeinen normal, auf dem oberen Teil des Gyrus läßt sich eine geringfügige Auflockerung der oberen Schichten wahrnehmen.

36, 37, 38 (Area praefrontalis et recta): Normales Parenchym, die Gefäßveränderungen sind relativ ausgeprägt.

39, 40 (Area praefrontalis parolfactoria): Auf dem Gebiet der Region 39 schwache Granularis und verhältnismäßig zellarme III. Schicht, die V. und VI. sind dagegen ausgezeichnet entwickelt. Die Region 40 enthält agranuläre Rinde (heterotypische Rinde) mit bestentwickelter V.—VI. Schicht. Die cytoarchitektonischen Verhältnisse sind vollkommen normal.

46 (Area cingularis anterior über dem Genu corporis callosi): Heterotypische Agranularrinde mit sehr guter V. Schicht, welche spindelförmige Elemente enthält. Die proliferativen Veränderungen der Gefäßwände sind verhältnismäßig ausgeprägt.

49 (Area cingularis posterior ventralis, Formatio limbica posterior granularis): Sehr gute Rindenschichten und Granularis interna.

52 (Area retrosplenialis agranularis): Normale Schichten.

69, 70 (Area parietalis superior magno- bzw. parvocellularis, Gyrus arcuatus medius et posterior): Normale, zum Teil hypernormale Rinde. In 69 überwiegt die Querschichtung, in 70 die strahlförmige Struktur.

Über die Felder des unteren Parietallappens: 72, 73, 75 (Area supramarginalis), 76 (Area angularis = Gyrus angularis + Gyrus parietalis inferior posterior), 79 (Übergang der Area parietalis basalis in die Peristriata) und die obere Parietalrinde wird unten ausführlich berichtet.

81 (Area peristriata aus dem Dorsalteil des Cuneus): Vollkommen normal.

86 (Area striata, Fissura calcarina auf der Medialfläche): Tadellose Schichten, an beiden Rändern normale Ausdehnung.

87 (Area striata um die übergreifende Calcarina externa und den Sulcus accessorius): Die Rinde ist auch hier vollkommen normal; die Formatio striata hört am lateralen Rand des Sulcus accessorius auf, von wo ihr zum Sulcus lunatus die Peristriata- bzw. Parastriatazone folgt.

80 (Area temporalis propria an der basalen Grenze der Parietalis, Hinterteil des Gyrus temporalis secundus und tertius): Normale Rinde mit guter Granularis interna und sehr guter V. und VI. Schicht. Die letztere ist für diese Gegend charakteristisch.

90 (Vorderteil der Area temporalis propria): Sehr gute Granularis interna und prächtig entwickelte V. Schicht. Die VI. Schicht ist ebenfalls gut, während die II.—III. relativ mäßig entwickelt sind. Alle diese Verhältnisse entsprechen den normalen.

88 (Area temporalis superior, mittleres Drittel des Gyrus temporalis primus): Normale architektonische Verhältnisse, angedeutete Gefäßwandveränderung, verhältnismäßig viele atrophische Pyramidenzellen.

89—92 (Area temporalis superior, am Endstück der Fossa Sylvii): Normale Rinde von relativ ungleichmäßigem Aufbau, der wahrscheinlich darauf zu beziehen ist, daß der Ausschnitt an der Grenze der Temporalis superficialis, Temporalis propria und der Area supramarginalis erfolgte.

93 (Area supratemporalis simplex auf der zweiten Heschlschen Windung): Die für dieses Gebiet charakteristische Orgelpfeifenstruktur kommt stark zur Geltung. Die Zellen der Pyramidenschicht sind im allgemeinen klein oder nur mittelgroß, hier und da aber lassen sich auch große Zellen nachweisen. Im ganzen normale Rindenstruktur.

107—109 (Ammonshorn): Vollkommen normale Verhältnisse. Geringgradige Gefäßwandproliferation, minimale Infiltration.

Rechte Seite.

3 (Paracentralis): Normal.

21 (Area frontopolaris): Die für dieses Gebiet charakteristischen, gut entwickelten und formierten Pyramidenzellen der V. Schicht sind relativ dürtig

vertreten, dagegen ist die VI. Schicht abnorm stark entwickelt und abwärts gegen die Marksubstanz scharf abgegrenzt.

65 (Area praeparietalis): Zeigt normale Struktur mit sehr guter Granularis interna und großen Pyramiden in der III. Schicht.

70—71 (Parietalis superior), 72—75 (Supramarginalis), 76 (Angularis und Parietalis inferior posterior) werden später ausführlich besprochen.

Zwischen 80 und 89: An den Seitenwänden des Sulcus temporalis secundus sind verschiedene Formationen vorhanden. Auf der Vorderwand geht der Angularis und der Parietalis inferior posterior in den Temporalis secundus hinüber; diese Wand ist mit Parietalis basalis bedeckt. Auf der Hinterwand ist die Occipitalformation sichtbar, die Pyramidenzellen der III. Schicht sind erheblich kleiner. Beide Gebiete sind von tadelloser Tektonik.

86 (Area striata): Normal.

87 (Auf der Lateralfäche des Pols über den Sulcus accessorius): Die Formatio striata überzieht außer der Calcarina externa auch den Sulcus accessorius und nähert sich dem Sulcus lunatus stark an.

Wir waren bestrebt, die cytoarchitektonischen Verhältnisse der in unserem Falle wichtigsten parietalen Felder mit quantitativen Untersuchungen zu fixieren. Zu diesem Zwecke wurden die Schnitte von 25μ mit dem Zeißschen Mikroprojektionsapparat in 200facher linearer Vergrößerung auf eine Fläche projiziert, die vorher auf Quadrate von 4×4 cm Größe eingeteilt wurde. Die in einem 16 cm^2 umfassenden Quadrat gefundene Zellenzahl ergibt bei 200facher linearer Vergrößerung den Zellengehalt von $0,1\text{ mm}^3$ Rindensubstanz. Die Dicke der Rinde bzw. der einzelnen Schichten wurde ebenfalls mittels dieser Vergrößerung festgestellt. Diese Methode erwies sich auch zum Studium der Rindenstruktur als vorteilhaft. Unsere Messungsergebnisse werden unten zusammengefaßt. Zu unseren Daten soll bemerkt werden, daß die sich auf die Zelldichte beziehenden Ziffern dem Mittelwert der in 5—20 Quadraten gefundenen Zahlen entsprechen. In Klammern werden die Daten von *Economus* zwecks Vergleichung angegeben.

Parietalis superior: Area 70; die Rinde ist $1,75\text{—}2,3$ mm dick. Die Dicke der einzelnen Schichten und ihre Zellenzahlen lauten wie folgt: I. $0,2\text{—}0,3$ mm (0,18), 4 (5); II. $0,2\text{—}0,3$ mm (0,2), 96 (110); III. $0,4\text{—}0,5$ (0,7), 32 (25); IV. $0,25\text{—}0,3$ mm ($0,3\text{—}0,4$), 117 (85); V. $0,3$ mm (0,4), 40 (35); VI. $0,35\text{—}0,45$ mm (usque 0,9), 47 (?).

Area 69: I. 2, II. 87, III. 29, IV. 120, V. 34, VI. 39. Die einzelnen Zellen zeigen keine nennenswerte Abweichung.

Supramarginalis. Area 72—73: Rindendicke $1,8\text{—}2,7$ mm. Werte der einzelnen Schichten: I. $0,25\text{—}0,3$ mm (0,25), 6 (10); II. $0,3$ mm (0,32), 77 (120); III. $0,5$ bis $0,6$ mm (1,0), 20 (30); IV. $0,2$ mm (0,4), 87 (110); V. $0,35\text{—}0,40$ mm (0,45), 19 (35); VI. $0,6$ mm (1,0), 24 (30). — Area 75: I. 6, II. 99, III. 40, IV. 112, V. 28, VI. 37.

Angularis auf der linken Seite. Area 76: Rindenbreite $1,8\text{—}3,2$ mm. Schichten: I. $0,2\text{—}0,3$ mm (0,22), 5 (8); II. $0,17\text{—}0,3$ mm (0,20), 86 (95); III. $0,6\text{—}0,9$ (0,8), 25 (25); IV. $0,18\text{—}0,3$ mm (0,35), 102 (100); V. $0,3\text{—}0,5$ mm (0,55), 18 (18); VI. $0,4$ bis $0,7$ mm (usque 1,2), 31 (15).

Angularis auf der rechten Seite. Area 76: Rindenbreite $1,8\text{—}2,9$ mm. Schichten: I. $0,3$ mm, 3; II. $0,25\text{—}0,3$ mm, 95; III. $0,55\text{—}0,75$ mm, 31; IV. $0,2\text{—}0,25$ mm, 115; V. $0,35\text{—}0,5$ mm, 26; VI. $0,35\text{—}0,65$ mm, 39.

Parietalis inferior posterior. Area 76 (caudalwärts): Rindenbreite $1,75\text{—}2,2$ mm. Schichten: I. $0,2\text{—}0,25$ mm, 4; II. $0,2\text{—}0,3$ mm, 76; III. $0,5\text{—}0,55$ mm, 25; IV. $0,18$ bis $0,20$ mm, 95; V. $0,2\text{—}0,5$ mm, 26; VI. $0,25\text{—}0,55$ mm, 32.

Parietalis basalis, temporooccipitale Gegend: Rindenbreite: $1,7\text{—}2,2$ mm. Schichten: I. $0,2\text{—}0,25$ mm, 3; II. $0,25$ mm (0,22), 90 (110); III. $0,5\text{—}0,55$ mm (0,9), 36 (40); IV. $0,2$ mm (0,22), 115 (100); V. $0,3\text{—}0,4$ mm (0,65), 25 (40); VI. $0,3$ bis $0,4$ mm (0,65), 37 (40).

Praecuneus. *Formatio parietalis superior*: Rindenbreite: 2,0–2,6 mm. Schichten: I. 0,2–0,23 mm, 3; II. 0,23–0,3 mm, 97; III. 0,6 mm, 28; IV. 0,25–0,28 mm, 130; V. 0,3–0,4 mm, 27; VI. 0,3–0,5 mm, 33.

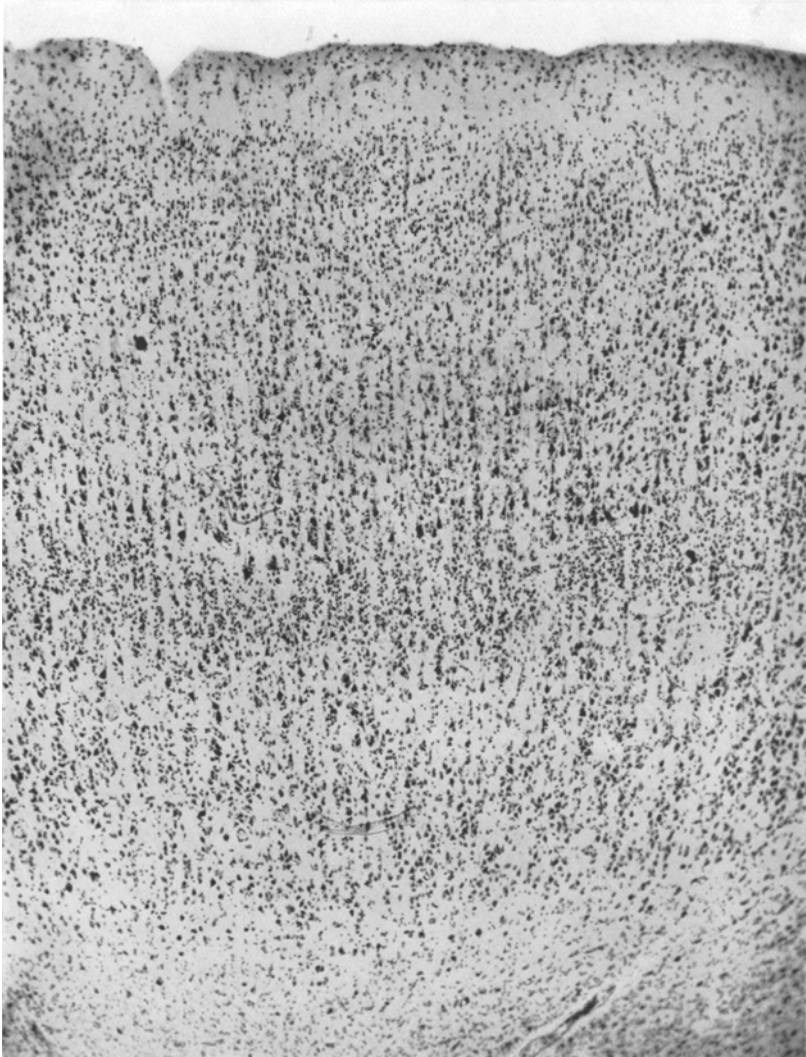


Abb. 4. Cytoarchitektonisches Bild von der linksseitigen Gyr. angularis. Diese Abbildung mit der Abb. 24 von *Economus* „Zellaufbau der Großhirnrinde“ (1927) vergleichend fallen außer den im allgemeinen gut strukturierten Rindenschichten eine etwas stärkere Entwicklung der IIIc und eine mäßige Zunahme der Zelldichte der inneren Körnerschicht auf.

Nissl-Färbung. Vergr. 50fach.

Frontalis granularis. Area 27 (Frontales Assoziationsfeld): Rindenbreite: 1,9–2,4 mm. Schichten: I. 0,2 mm (0,2), 4 (8–10); II. 0,25 mm (0,18), 62 (75);

III. 0,8 mm (0,8), 26 (16—32); IV. 0,2 mm (?), 70 (85); V. 0,4 mm (0,45), 26 (12—28); VI. 0,6 mm (0,9), 31 (30—35).

Die Bewertung dieser Daten wird uns bei der Zusammenfassung der anatomischen Verhältnisse beschäftigen, doch möchten wir an dieser Stelle einige Angaben in bezug auf die Struktur erwähnen. Zunächst soll festgestellt werden, daß die Pyramidenzellen im Vergleich mit den normalen keine auffallende Größenveränderung aufweisen. Doch läßt ein an den projizierten Schnitten vorgenommener Vergleich zwischen der Angulargegend und der Rinde der benachbarten Gegenden: Supramarginalis und parietalis inferior posterior — den Eindruck entstehen, als ob die Pyramidenzellen der III C-Schicht der Angularis etwas dicker wären als in den erwähnten Nachbarregionen. Überdies erschienen die ganze III C etwas mehr massenhaft, was mit dem Umstand zusammenhängt, daß zwischen den Pyramidenzellen von verschiedener Größe relativ zahlreiche große Zellen vorhanden waren. (Es muß hier bemerkt werden, daß die Verhältnisse zwecks besonderer Übersicht an solchen Schnitten studiert wurden, die vom Sulcus postcentralis bis zum Parietalis inferior posterior den größten Teil des unteren Parietallappens enthielten.) Photographisch waren diese feinen Abweichungen nicht gut abzubilden, die Ziffern sagen darüber auch nicht viel. Laut letzteren schwankt die Größe der Pyramidenzellen in der Supramarginalis und Parietalis inferior posterior zwischen 12×30 und $20 \times 40 \mu$, in der Angularis zwischen 15×30 und $25 \times 50 \mu$ (Abb. 4).

Zusammenfassung des anatomischen Befundes.

Subnormales Gehirngewicht, subnormaler *Reichardtscher* Quotient, wobei sich weder eine sicher nachweisbare Atrophie noch eine Ventrikel-erweiterung feststellen lassen und auch die mikroskopische Untersuchung ergibt praktisch normale Daten. Allem Anschein nach stehen wir nicht einer sekundären Gewichtsabnahme, sondern einem primären geringen Hirngewicht gegenüber. Die rechte Hemisphäre wiegt um 8 g mehr als die linke, die rechte postcentrale Windung ist breiter. Das Gehirn weist im ganzen normale Windungsverhältnisse auf und gehört zum stenogyrencephalen Typus. Der untere Scheitellappen, insbesondere der Gyrus angularis, ist reichlich gegliedert und bezüglich seines Gebietes auf Kosten des Occipitallappens auffallend gut entwickelt. Diese Überentwicklung dürfte dadurch zustande kommen, daß der Sulcus temporalis primus sich an der rechten Seite in drei, an der linken in zwei Äste spaltet und jeder Ast weit nach oben hinaufgeht. Im Zusammenhang mit diesen Verzweigungen übertrifft die rechte Angulargegend die linke sowohl in bezug auf ihre Ausdehnung als auch auf ihr Relief. Die übrigen Gegenden des unteren Scheitellappens: die Supramarginalis und Parietalis inferior posterior sind ebenfalls gut entwickelt. Auf der Medialfläche fällt der Praecuneus mit seiner mächtigen Breite und starken Gliederung auf. Die hochgradige Ausdehnung des unteren Scheitellappens drängt die Occipitalformationen gänzlich auf den Pol zurück. Der Sulcus simialis ist beiderseitig gut entwickelt, er fließt rechts mit dem Sulcus occipitalis transversus zusammen, links liegt er 1 cm nach hinten davon. Da außer der Calcarina externa beiderseits wesentliche Sulci accessorius vorhanden sind, und die Area striata dieserhalb auf die konvexe Oberfläche stark

übergreift, sind die Para- bzw. Peristriatafelder in einem sehr schmalen Gebiet zusammengepfertcht.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt im ganzen normale Cytoarchitektonik, hier und da, besonders in der Granularis externa, mäßige Auflockerung. An gewissen Gegenden der Hirnrinde aber läßt sich ein geringfügiges, doch ausgesprochenes Plus feststellen. *So erwies sich die Zelldichte der Granularis interna beiderseits in den Angularwindungen, ferner über das Gebiet der Formatio parietalis superior — sich auch auf den Praecuneus ausdehnend — größer als normal*; diesem Plus ist um so mehr Wert beizumessen, als auf den anderen Gebieten der Rinde im allgemeinen sich ein gewisses Minus nachweisen läßt. (Die Parietalis basalis ist schwer zu beurteilen, da sie gegen die Occipitalformation den Übergang bildet, wo die Zellenzahl der Granularis sich gegen 150 verhält.) In der Angular-region ist auch in den Schichten V—VI ein gewisses Plus wahrzunehmen. Den Faktoren der Zelldichte trägt auch die voluminöse Beschaffenheit der Pyramidenzellen auf dem Gebiet der Angularis bei. Dieser letztere Umstand ist — wie erwähnt — nicht hochgradig, doch allem Zeichen nach auch keine zufällige Erscheinung. Die Breite der Rinde und der einzelnen Schichten scheint nach unseren Angaben kleiner zu sein als nach *Economo*, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß in unserem Fall die Rinde auch auf den Windungsdächern nur selten eine auffallende Erweiterung aufweist, ferner, daß die Werte von *Economo* auf die maximale Breite bezogen wurden, während unsere den unteren und oberen Schwellenwert bedeuten. Der Vergleich der cytoarchitektonischen Aufnahmen unseres Falles mit den Tafeln von *Economo-Koskinas* ergab normale Breite der Rinde (siehe unsere Abb. 4 und die Abb. 24 von *Economos* Vorlesungen).

Bei der kritischen Besprechung unseres Falles erscheint es zweckmäßig, die aufgetauchten Fragen in folgende Gruppen zusammenzufassen.

1. Welche Schlußfolgerungen lassen sich aus der Vergleichung der anatomischen Untersuchung mit den individuellen Eigenschaften von M. F. ziehen? 2. In welchem Verhältnis steht unser Befund zu den bisher auf diesem Gebiete ausgeführten Untersuchungen? 3. Wie verhalten sich die Untersuchungsergebnisse der Talentgehirne zu den an pathologischen Fällen (Acalculie) gewonnenen Erfahrungen? 4. Die Frage des Wertunterschiedes der Hemisphären.

1. Aus den Personalien geht die Tatsache ohne weiteres hervor, daß M. F. weder ein Genie, noch ein Elitemensch war, sondern ein einseitig hervorragend begabter Mensch, *ein isoliertes Rechentalent*. Auch als Rechner war er kein Mathematikertalent im engen Sinne des Wortes (in der Geometrie war er vollkommen unbewandert), sondern bloß ein Kalkulator. Zunächst war seine Gedächtniskraft erstaunlich, wie — das wissen wir aus den psychologischen Untersuchungen — die der Rechen-

künstler im allgemeinen zu sein pflegt. Dazu kommt noch eine kombi-native Fähigkeit, wie die aus seinem Sinn für das Schachspiel ersichtlich ist. Seine Gedächtniskraft beschränkte sich übrigens nicht auf die Ziffern und Zahlen, sondern leistete auch auf anderen Gebieten Hypernormales. Allem Anschein nach stand auch sein Sprachtalent über dem Durchschnitt, er besaß dagegen kein musikalisches und Zeichentalent.

Vom anatomischen Gesichtspunkt aus könnte von einem Elitegehirn — trotz der gut gegliederten Gehirnoberfläche — wegen des niedrigen Gehirngewichtes kaum gesprochen werden. Obschon zwischen Intelligenz und Hirngewicht ein direkter Parallelismus nicht angenommen werden kann und große Gewichtsunterschiede unter den Gehirnen von hervorragenden Individuen bekannt sind, finden wir ein niedriges Hirngewicht unter hervorragenden Menschen äußerst selten. Wir sind mit *Mingazzini* darüber einig, daß „das Durchschnittsgewicht des Hirnes des Genies und der genialen Personen eine die Norm übersteigende Höhe erreicht“. Um so mehr Wert müssen wir auf die Überentwicklung gewisser Gehirnteile in unserem Fall legen. Eine solche ist in erster Reihe durch *die große Oberflächenausdehnung des Gyrus angularis an beiden Seiten*, besonders an der rechten, gegeben, die hauptsächlich zugunsten der konvexen Fläche des Occipitallappens besteht. Das Prinzip, laut dem beim Menschen die im Dienst der Visualität stehenden Rindengebiete durch die neuen Erwerbe des Parietallappens anlässlich der „progressiven Cerebration“ von der konvexen Lateralfäche allmählich zurückgedrängt werden (*Kuhlenbeck, Elliot Smith*), kommt hier sehr ausgeprägt, sogar übertrieben, zur Geltung. In unserem Fall ist diesbezüglich bemerkenswert, daß die primäre Sehrinde durch den Flächenverlust des Occipitallappens nicht in Mitleidenschaft gezogen wird (entgegen der Verschiebung im Laufe der Phylogenese), sondern die Ausdehnung der Peristriatafelder abnimmt. Die primären sensitiv-sensoriellen Zonen scheinen besonders stabil zu sein, die nur den langsamen allmählichen Veränderungen im Verlauf der Phylogenese unterworfen sind; bei der individuellen Überentwicklung gewisser Rindengebiete werden die mehr labilen Gebiete betroffen. Hier taucht der Gedanke auf, daß die beiderseits vorhandenen Sulci lunati als Operculisationsfaktoren eine kompensierende Oberflächenvergrößerung der zusammengedrückten optischen Felder darstellen könnten.

Diese partielle Überentwicklung der Hirnoberfläche samt partiellem Talent veranlaßt uns, ohne Voreingenommenheit, die beiden in Zusammenhang zu bringen. Auf der Suche nach dem morphologischen Korrelat darf auch der innere Aufbau nicht außer acht gelassen werden und hier ist die Bewertung der anatomischen Verhältnisse *des oberen Parietallappens und des Praecuneus* für das Lokalisationsproblem in Betracht zu ziehen. Wir sehen, daß das oben besprochene, in der mikroskopischen Struktur sich zeigende zahlenmäßige Plus bei unserem Falle

sowohl in der Regio angularis als auch in der Formatio parietalis superior in der größeren Zelldichte der inneren Körnerschicht (vielleicht auch in der Schicht VI) in Erscheinung tritt; ein angedeutetes qualitatives Plus fanden wir außerdem in der IIIc der Angularis. Die zahlenmäßige Überentwicklung der Granularis interna tritt im oberen Parietallappen und Praecuneus ausdrücklicher hervor als im Gebiet der Angularis; hierzu gesellt sich die starke Oberflächenentwicklung des Praecuneus. Es fragt sich nun, wie die Bedeutung der Formatio parietalis superior einerseits und die der IV. Schicht andererseits beurteilt werden soll.

Zur Beantwortung dieser Frage ist zunächst ein Blick auf die Psychologie der Rechenkünstler zu werfen. *A. Wize* schreibt folgendes: „Aus alledem, was wir bisher gesagt haben, geht hervor, daß die Rechenkünstler die Schnelligkeit des Rechnens in überwiegendem Maße ihrem Gedächtnisse verdanken, dank welchem sie unzählige Resultate verschiedener Rechenoperationen, Tausende von fertigen Formeln im Kopfe behalten . . . Ohne dieses Gedächtnismaterial würde jene erstaunliche Schnelligkeit des Rechnens nicht bestehen können.“ Nach *Binet* sind bei den Rechenkünstlern zwei Faktoren wichtig: 1. die „pouvoir d'acquisition“, die Merkfähigkeit aufs erste Hören; 2. „etendue de la mémoire“. Die erste Fähigkeit erstreckt sich bei normalen Individuen auf 5—10, bei Rechenkünstlern auf über 40 Ziffern. Die zweite kann in solchem Maße vorhanden sein, daß der Betreffende außer einer Menge Daten sämtliche mögliche Multiplikationen unter 100 beherrscht. Über ein solches Gedächtnismaterial verfügte *Mondeux*, der von der Kommission der Pariser Akademie geprüft wurde. Auf die grundlegende Rolle des Gedächtnisses weist der Fall *Inaudi* hin. *Inaudi* beantwortete die Frage, wieviel Sekunden in 39 Jahren, 3 Monaten und 12 Stunden enthalten sind, innerhalb 3 Sek. Wurde die Frage derart modifiziert, als ob der Tag aus 23 Stunden und eine Stunde aus 50 Min. bestünde, so kam die Antwort erheblich langsamer. Die Bemerkung von *Wize*: „Augenscheinlich wußte er auswendig, wieviel Sekunden in einem Monat, Jahr enthalten sind“ dürfte zutreffen. Der eigene Fall von *Wize* ist ebenfalls ein Beweis für die ausschlaggebende Rolle des Gedächtnisses. Eine sonst imbezille Rechenkünstlerin löste die Aufgabe $79 \times 79 = 6241$ sofort. Auf die Frage, wie sie zum Endresultat gelangte, antwortete sie folgenderweise: „ 70×70 macht 4900, 9×70 gibt 630, 79×9 . . . ich weiß nicht, aber zusammen macht es 6241“. „Es ist bezeichnend“, schreibt *Wize*, „daß die Kranke, obwohl sie nicht sagen konnte, wieviel 79×9 ist, doch die richtige Antwort für das Endresultat gab. Die Zahl 6241 hatte sie schon im Gedächtnis fertig gehabt; sie hatte diese Zahl ehemals berechnet und im Gedächtnis behalten.“

Aus all diesem stellt sich heraus, daß das Talent des Rechenkünstlers vor allem auf dem Gedächtnis beruht. Als anatomisches Substrat kommen also vor allem jene Gebiete in Betracht, die eine rezeptive bzw. behaltende

Funktion erfüllen. Nach *Economo* sind die zwei verschiedenen Richtungen bzw. zwei verschiedenen Teile der menschlichen Intelligenz durch die zwei großen Assoziationsfelder der Großhirnrinde, die frontalen und parietalen, vertreten. Das Frontalgebiet vertrete „den aktiven Teil der psychischen Persönlichkeit“ (Bewegung, Wille, Spontaneität, Emotionalität, Aufmerksamkeitskonzentration). Das Parietale enthalte „die sensorisch-rezeptiven Teile der psychischen Persönlichkeit“, welche die von den primär-sensorischen Feldern stammenden Elementareindrücke (Postcentralis, Calcarina, Temporalis profunda) apperzipiere, bei welcher Tätigkeit die Engramme der vorangegangenen Eindrücke eine Rolle spielen. Als Focus dieses Parietalfeldes wurde von *Economo* die Gegend des Gyrus angularis angegeben, dessen spezielle Ausfallerscheinungen die „Ziffern- und Notenblindheit“ und die Akalkulie wären. Die Angulargegend wird uns weiter unten in Verbindung mit den pathologischen Beobachtungen noch beschäftigen. Hier soll auf den interessanten Umstand hingewiesen werden, daß der in unserem Falle exponierte obere Parietallappen in der schematischen Einteilung von *Economo* als *Gedächtnisfeld* bezeichnet wird. Leider ist dieses Feld das wenigst bekannte der menschlichen Hirnrinde; sollte es sich als eine wichtige Sammelstelle von Engrammen herausstellen, so würde diese Erkenntnis für die in unserem Fall beobachtete strukturelle Überentwicklung der oberen Parietalgegend einen beachtenswerten Aufschluß geben, da, wie wir sahen, beim M. F. ein *generell gut entwickeltes Gedächtnis* bestand. Hier würden wir auf den Fall von *Schaffer* verweisen, in welchem sich ein souveraines Gedächtnis mit auffallender Flächenvergrößerung in Parietalis superior und inferior zusammenfand. Unter Beibehaltung dieses Gedankenganges und strenger Zweiteilung der beiden Assoziationsfelder nach *Economo* ist es gewissermaßen selbstverständlich, daß im strukturellen Aufbau des frontalen Assoziationsfeldes bei M. F. keinerlei Plus festzustellen war. Daß diese strukturelle Überentwicklung gerade in der Granularis interna zum Ausdruck kommt, kann damit zusammenhängen, daß es sich um ein Feld mit eminent-rezeptiver Tätigkeit handelt, in welchem ein evtl. vorhandenes Plus nicht unbegründet in jener Schicht zu erwarten ist, die — im Zusammenhang mit dem rezeptiven Funktionscharakter des betreffenden Gebietes — offenbar sein wichtigstes Element darstellt.

Wie erwähnt, konnte das Problem, ob M. F. ein Rechner von visuellem oder auditivem Typ war, nicht gelöst werden. Diesbezüglich gab auch die anatomische Untersuchung keinen Anhaltspunkt, und nur so viel kann festgestellt werden, daß unter den individuellen Eigenschaften der Mangel an Zeichenbereitschaft (also an besonderer Visualität) und musikalischem Talent mit der bescheidenen Gestaltung der ersten Temporalwindung und der Occipitalfelder in vollem Einklang steht. Übrigens ist die Frage der visuellen oder auditiven Einstellung bei Rechenkünstlern nicht immer

einfach. Nach *Binet* sind die meisten Rechenkünstler visuellen Typs. *Möbius* schreibt dagegen, daß „es vom Zufalle abhängt, ob ein Rechner Gesichts- oder Gehörvorstellungen bevorzugt“. Inaudi murmelte die Zahlen nach; er „mußte das letztere tun — behauptet *Möbius* —, weil er in der Jugend die Ziffern nicht kannte. „Auf dieser Grundlage müßte auch M. F. auditiv sein, denn sein Rechentalent fiel in einem Zeitpunkt auf, als er weder die Ziffern gekannt, noch lesen und schreiben konnte. Prof. E., der ihn einmal prüfte, hielt ihn wirklich für einen auditiv Arbeitenden; dagegen gibt es sichere Zeichen dafür, daß auch seine visuelle Erinnerung sehr gut entwickelt war. (Siehe den Fall mit den 40 Phiolen.) Um weitere Variationen auf diesem Gebiet zu erwähnen, verweisen wir auf Dr. Ferrol, der laut *Möbius* Angaben vollkommen avisuell war, auf eine Kranke von *Ganter* (eine Epileptikerin), die alle ihre Sinnesorgane gebrauchte (schaute, hörte, gestikuliert, wie vor einer Wandtafel stehend), schließlich auf einen Kranken von *Berkhen*, der die kleinen Zahlen in auditiver, die größeren in visueller Weise in seinem Gedächtnis fixierte.

2. Zur Beurteilung des anatomischen Befundes unseres Falls verfügen wir kaum über Vergleichsmaterial. Infolge der in der Einleitung angeführten Gründe sind die Mathematikergehirne als vollwertiges Vergleichsmaterial nicht geeignet; die Berührung einiger Punkte scheint doch wichtig zu sein.

In der Beschreibung von *R. Wagner* über die Gehirne der Mathematiker Gauß und Dirichlet finden wir kaum eine verwertbare Angabe. Verfasser erwähnt nur die reiche Gyrifikation beider Gehirne.

Die Veröffentlichungen von *G. Retzius* und *Hansemann* über die Gehirne des Astronommathematikers Gylén und von Sonja Kowalewska bzw. von Helmholtz sind schon wertvoller für uns. *Retzius* schreibt von Gyléns Gehirn folgendes: „Der auffallendste Teil des Gylénschen Gehirns ist jedenfalls die Region, welche das hintere Ende der Fossa Sylvii umgibt, also der Gyrus supramarginalis und was mit ihm am nächsten verbunden ist.“ „Es ist dies von besonderem Interesse, wenn man bedenkt, daß die betreffende Region, welche das zentrale Organ des Gehörs und der Musik berührt oder zum Teil auch enthält, dem großen parietalen — psychischen — Assoziationszentrum von *Flechsig* angrenzt und es wohl teilweise auch in sich schließt. Es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß das psychische Zentrum für mathematische Begabung gerade in diesem Assoziationszentrum zu suchen ist.“ Über die Einzelheiten haben wir bloß eins zu bemerken: Auf der linken Hemisphäre spaltet sich der Sulcus temporalis primus nach *Retzius* in drei Äste, deren erster nach *Retzius* Bezeichnung vom Supramarginalis accessorius, der zweite vom Angularis, der dritte vom Parietalis inferior posterior umgeben wird. *Retzius* selbst bemerkt aber, daß der sich um den ersten Ast schlängelnde Gyrus eigentlich als zum Angularis gehörend

anzusehen wäre; wir halten diese letztere Auffassung für richtig und rechnen zum Gebiet des Supramarginalis vielmehr den von *Retzius* mit x bezeichneten, hinter dem Postcentralis liegenden Gyrus. Das Gebiet des Supramarginalis ist auch in diesem Falle auffallend groß, was höchstwahrscheinlich mit der Musikalität von Gylden zusammenhängt (*Möbius*). Auf dem Gehirn von Sonja Kowalewska wird von *Retzius* die Kürze der Fossa Sylvii und der breite hintere Teil des Supramarginalis hervorgehoben, denen zufolge das Gehirn dem von Gylden ähnlich war.

Von Helmholtz' Gehirn wird von *Hansemann* folgendes hervorgehoben: „... gerade die Assoziationssphären *Flechsigs* sind, die an dem Gehirn eine besondere Ausbildung zeigen, und von diesen besonders die Zentralgebiete der Assoziationssphären...“. „Ungewöhnlich entwickelt ist dagegen der hintere Abschnitt der ersten Schläfenwindung, den man als Gehörzentrum betrachtet, und ganz besonders die Partie zwischen dem Gyrus supramarginalis und der 3. Occipitalwindung. Hier springt vor allem der Gyrus angularis mit seltener Deutlichkeit hervor.“ Dasselbe wird von *Flechsigs* bezüglich Helmholtz' Gehirn hervorgehoben. Weiter schreibt *Hansemann*: „Ganz besonders aber imponiert die Breite und die Einteilung des Praecuneus. Ich möchte diesen Teil . . . fast für den bemerkenswertesten Abschnitt der ganzen Hemisphäre halten.“ Aus diesen einigen Beobachtungen geht hervor, daß immer die Überentwicklung des unteren Parietallappens zum Ausdruck gelangt; während aber *Retzius* vom Supramarginalis und den ihm benachbarten Gebieten spricht, wird von *Hansemann* expressis verbis der Angularis bezeichnet. Beim letzteren ist noch — übereinstimmend mit unserem Fall — die starke Entwicklung des Praecuneus beachtenswert. Die Unentwickeltheit des Hinterteiles der ersten Schläfenwindung bei M. F. ist mit Rücksicht auf den Mangel an musikalischer Begabung nicht überraschend.

3. Bei der morphologischen Forschung der Gehirne von einseitig Begabten sind vom Gesichtspunkt der Lokalisation aus auch die pathologischen Fälle von besonderer Wichtigkeit. Bei der Erörterung unseres Problems ist deshalb auch von den Fällen der Akalkulie eine Übersicht zu geben. Die Beobachtungen von *Peritz* scheinen diesbezüglich das meiste zu sagen. Er gelangte auf Grund von Beobachtungen an Kriegsverletzten zu folgenden Ergebnissen: „Es handelt sich also um eine engbegrenzte Stelle, die für die Rechenfähigkeit in Betracht kommt, also gewissermaßen um ein Zentrum . . . Das häufige Vorkommen der Rechenstörung mit rechtsseitiger Hemianopsie und Alexie könnte dahin gedeutet werden, daß dieses Zentrum in der Gegend des Gyrus angularis liegt“. Er betont, daß in Fällen von beiderseitiger Hemianopsie die Rechenstörung schwerer ist, die rechte Seite dürfte also auch eine Rolle spielen. Weder er noch *Poppelreuter* haben bei linksseitiger Hemianopsie von Linkshändern eine Rechenstörung beobachtet.

Seines Erachtens bestehe zwischen Rechenfähigkeit und optischem System auch dann ein enger Zusammenhang, wenn der betreffende Charakter nicht visuell ist.

Henschen legt das Rechenzentrum wie *Peritz* auf das Gebiet des linken Gyrus angularis. „Die statistischen hierher gehörigen Daten zeigen deutlich, daß spezielle Zentren für Kalkulation existieren, und daß diese lokal von denen der Sprach- und Musikformen getrennt sind.“ Im Falle einer Verletzung tritt die rechte Seite manchmal kompensatorisch ein.

Kleist, *Lewandowsky-Stadelmann*, *Herrmann* und *Ehrenwald* lokalisieren ein wenig basal- und occipitalwärts, *Hans Berger* verwirft aber die Herdlokalisation vollkommen. Nach *Kleist* „verweisen die Hirnbefunde auf ein dem Gyrus angularis benachbartes Gebiet der occipitalen Rinde.“ *Lewandowsky* und *Stadelmann* haben in ihrem Falle die Erkrankung des occipitalen Lappens mittels *Neißerscher* Funktion nachgewiesen. *Herrmann* sucht die Rechenlokalisation in der Nachbarschaft vom „auditory-visuell-band“ nach *Elliot Smith* („Temporo-Parietal-Streifen“ nach *Pötzl*). Das genannte Gebiet entspricht dem Übergang des zweiten temporalen Gyrus in den Gyrus angularis. Die Occipitalfortsetzung dessen, der Übergang des Gyrus angularis in die zweite Occipitalwindung, ist nach *Pötzl* das Zentrum einer gewissen Art der amnestischen Aphasie. „Die Nachbarschaft dieses Gebietes, mehr occipital und basal, ist es unseres Erachtens, dem jene Wirkungen zukommen, die der Spezialentwicklung der Rechenfähigkeit über das Fingerrechnen hinwegzukommen.“ *Herrmann* erwähnt die Fälle von *Sittig* als zwei wichtige negative Fälle, bei denen Aphasie ohne Akalkulie vorhanden war. Die Autopsie entdeckte zerstörende Erweichungen, in einem Falle um die Fossa Sylvii, in dem anderen hinter der Postcentralis in der Supramarginalwindung. „In beiden Fällen ist also die ganze Parieto-Occipitalgegend intakt.“

Ehrenwald unterscheidet primäre und sekundäre Akalkulie. Die letztere kann „a) aphasisch, b) optisch-agnostisch, c) taktil-kinästhetisch induziert sein“. Für die erste gebe es kein lokalisatorisches Beispiel. Die Lokalisation der letzteren wird durch die Stelle bestimmt, von wo aus die Störung induziert ist. Der Fokus, um den sie sich gruppieren können, ist die „Dreiländerecke“, d. h. die parieto-occipito-temporale Grenze. Praktisch gelangt er also zur Gegend des Gyrus angularis, wie *Peritz* und *Henschen*. Eine instruktive Demonstration der sich um den Gyrus angularis gruppierenden Lokalisation findet man in der 5. Abb. von *Ehrenwald*, wo die Herde der in der Literatur vorkommenden Akalkuliefälle auf die Gehirnoberfläche projiziert sind.

Hans Berger lehnt die Annahme von *Peritz* und *Henschen* ab, da in seinen 3 Fällen der Gyrus angularis intakt war. Er ist der Ansicht, „daß man die Annahme eines besonderen Rechenzentrums überhaupt

ablehnen muß“. Der Wert der Fälle von *Berger* wird dadurch entkräftet, daß es sich in allen Fällen um Tumorbildung von großer Ausdehnung handelte. Gleich *H. Berger* verwirft auch *K. Goldstein* ein Zentrum für die Rechenfähigkeit und meint, es sei höchst zweifelhaft, ob gerade Läsionen der Angularis an sich das Rechenvermögen beeinträchtigen.

Bei dieser kurzen Übersicht der Akalkuliefälle der Literatur kann festgestellt werden, daß sie, obschon der Gyrus angularis selbst nicht ausdrücklich bezeichnet wird, *mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Gyrus angularis bzw. dessen Umgebung verweisen*. Eine früheste Beobachtung von *Douglas Singer* und *Abraham Low* weisen ebenfalls auf den Gyrus angularis hin, indem hier nach Kohlenoxydvergiftung Agraphie und Akalkulie mit vorübergehender Blindheit gleichzeitig auftraten und die Akalkulie am hartnäckigsten bestehen blieb. Ein Vergleich zwischen den pathologischen Fällen und unserem Talentgehirn gestattet uns zu behaupten, daß unser Fall in der Ungewißheit auf dem Gebiete der Lokalisation von pathologischen Fällen eine *positive* Angabe und somit eine wichtige Richtlinie darstellt und die *Peritz-Henschensche* Lokalisation stark unterstützt.

4. Ein besonderes Interesse kommt unserem Fall deshalb zu, weil eine morphologische Überwertigkeit der rechten Hemisphäre vorhanden war, ohne daß der Betreffende ein Linkshänder gewesen wäre. Es ist erwähnenswert, daß die anatomische Untersuchung vom ersten Augenblick an unseren Verdacht nach dieser Richtung lenkte, den wir aber auf Grund authentischer Daten fallen lassen mußten. Abgesehen von der unbedeutenden Gewichts Differenz wurde das Übergewicht des rechten Frontallappens und des unteren Parietallappens festgestellt. Am auffallendsten zeigte sich die Asymmetrie sowohl in bezug auf die morphologischen Verhältnisse als auch auf die Oberflächenausdehnung im Gyrus angularis. Für Linkshänder sprach auch der Umstand, daß — obwohl die präzentralen Windungen keinen Unterschied aufwiesen — das mittlere Drittel des Gyrus postcentralis auf der rechten Seite etwas breiter und besser entwickelt war als auf der linken. Seit *Gans* wissen wir aber, daß bei Rechtshändern das mittlere Drittel des linken Postcentralis „fast immer größer, oft sogar bedeutend größer und von komplizierterem Bau ist“ als das linksseitige. Die *Heschlschen* Windungen sind in unserem Fall fast symmetrisch, auf der linken Seite aber etwas dicker.

Es lohnt sich um so mehr, auf die bestehenden Asymmetrieverhältnisse besonders hinzuweisen, als das Problem der morphologischen Wertdifferenz der rechten und linken Hemisphäre heute noch gar nicht als erledigt angesehen werden kann, nicht zu erwähnen, daß wir über diesbezügliche Angaben über die Linkshänder bzw. die Rechtshirnigkeit kaum verfügen. *Hansemann* untersuchte das Gehirn des linkshändigen Malers *Adolf Menzel* und „er konnte — wie *Riese* angibt — eine ähnliche Asymmetrie in der morphologischen Gestaltung beider Gehirnhälften

feststellen, wie sie an Gehirnen anderer hervorragender Menschen ermittelt werden konnte. Nur bestand die Asymmetrie am *Menzelschen* Gehirn zugunsten der rechten Hemisphäre“. *Riese* soll das Gehirn eines ähnlicherweise hervorragend begabten Linkshänders untersucht haben und bestätigt in allem *Hansemanns* Beobachtungen. Er schreibt: „Die Windungen der rechten Hemisphäre waren reicher gegliedert, durch ein hier vermehrtes Oberflächenwachstum an bestimmten Stellen gefalteter und gewundener als auf der linken Hemisphäre . . . Diese Merkmale waren nun nicht an allen Hirnstellen festzustellen, vielmehr zeigten sie vor allem Stirnhirn, Hinterhauptshirn und Scheitelhirn, weniger dagegen oder gar nicht die anderen Hirnpartien.“ *Riese* zieht aus diesen Tatsachen zwei wichtige Folgerungen. Einerseits, daß „Linkshändigkeit bzw. Rechtshirnnigkeit eine anatomisch festgelegte Hirnorganisation ist“ ebenso wie „Rechtshändigkeit allgemein als Teilerscheinung einer allgemeinen Linkshirnnigkeit gilt“. Ferner gelangt *Riese* in bezug auf den Wertunterschied der Gehirnhälften zum Ergebnis, „daß die Überwertigkeit einer Hemisphäre nicht unbedingt in allen Hirnstellen der überwertigen Hemisphäre zum Ausdruck kommen muß . . .“, „daß es möglicherweise Grade der Überwertigkeit gibt . . .“, schließlich, „daß auch einmal für die eine . . . Hirnstelle Linkshirnnigkeit, für die andere Beidhirnnigkeit oder Rechtshirnnigkeit bestehen kann“. Diese Feststellungen sind sehr wichtig. Beobachtungen, nach denen im Gehirn von Rechtshändern, die an motorischer Aphasie litten, der krankheitsverursachende Herd nicht in der linken, sondern in der rechten Hemisphäre gefunden wurde, werden hierdurch erklärlich; ebenso der umgekehrte Fall, wenn eine linksseitige Brocaerweichung bei Rechtshändern symptomlos geblieben ist.

Die von *Riese* betonte partielle Überwertigkeit scheint manchmal auch an Talentgehirnen zur Geltung zu kommen, obschon nach *Riese* die zugunsten der linken Seite bestehende Asymmetrie der Hemisphären gerade bei den Begabten ausgesprochen zu sein pflegt; jedenfalls in größerem Maße als bei Individuen mit Durchschnittsgehirn. Diese Erscheinung ist gewissermaßen zu erwarten, wenn man überlegt, daß der erste Schritt nach der Asymmetrie der Hemisphären bei den Anthropoiden aufzufinden ist, d. h. die Asymmetrie bedeutet einen bestimmten Grad der Differenzierung; andererseits müßte die erhöhte Gehirntätigkeit mit der größeren morphologischen Entwicklung Hand in Hand gehen. Im Zusammenhang mit der partiellen Überwertigkeit soll noch auf zwei Beobachtungen hingewiesen werden, die, wie unser gegenwärtiger Fall, aus unserem Institut veröffentlicht wurden. *Somogyi*, der die Gehirne von zwei musikalischen Talenten bearbeitet hatte, fand bei J. Nagy sämtliche in Frage kommende Rindengebiete „mit Ausnahme der Pars triangularis der unteren Stirnwindung auf beiden Seiten in gleichem Maße ausgebildet“. Die atypische Oberflächengestaltung des Parietallappens war auf der rechten Seite in beiden Fällen mehr ausgesprochen, in

beiden Fällen war ein rechtsseitiger Aster sulcorum parietalium zu beobachten. *Somogyi* schließt sich der Ansicht von *Klose* und *Auerbach* an, indem er die linksseitige bzw. ausschließlich linksseitige Lokalisation der Musikalität — wie es z. B. für die Sprache gilt — nicht als endgültig entschieden betrachtet. Die andere beachtenswerte Beobachtung ist die von *Schaffer*. Unlängst hat er den gehirnanatomischen Befund eines Sprach- (nicht Redner-) Talentes besprochen, wo die *beiderseitige* starke Entwicklung des unteren Parietallappens besonders auffallend, die rechte Seite aber der linken überlegen war und zwischen dem oberen und unteren Parietallappen eine interessante Asterbildung mit dicken Übergangswindungen zum oberen Parietallappen aufwies.

Zurückkehrend auf die Lokalisation der Rechenfähigkeit spricht unser Fall mit der großen Asymmetrie zugunsten der rechten Angulargegend für die unilaterale Vertretung im Falle der Linkshändigkeit; unter diesen Umständen darf aber eine allgemeine Schlußfolgerung in bezug auf die Seitenlokalisation nicht gezogen werden. Auch die gute Entwicklung des linken Angularis darf nicht außer acht gelassen werden; nichtsdestoweniger die pathologische Tatsache, daß auch bei traumatischen Akalkulien — wie von *Peritz* betont — die schwersten Ausfallserscheinungen von den beiderseitigen Schädigungen hervorgerufen werden.

Zum Schluß möchten wir noch zwei allgemeine Fragen erwähnen: *Den Zusammenhang zwischen Gehirnoberfläche und geistigen Fähigkeiten und das Verhältnis der Psychopathie zum Talent.* Die vergleichende Anatomie zeigt deutlich, daß der Entwicklungs- bzw. Funktionsgrad gewisser Körperteile oder Organe und die Ausbildung gewisser Hirnteile einander parallel gehen. Das gilt sowohl für die makro- als auch für die mikroskopischen Verhältnisse. Es genügt hier auf das mit dem Geruchsorgan sich parallel entwickelnde bzw. rudimentär werdende Rhinencephalon, ferner auf das Verhalten des Kleinhirns und der Oliva inferior bei den sich verschiedenartig bewegenden Tieren hinzuweisen. Auf den engen Zusammenhang zwischen Funktion und morphologischer Struktur sind die interessanten Ergebnisse von *Estable* zurückzuführen, der nachgewiesen hat, daß sowohl bei den Vögeln als auch bei den Chiropteren in der Kleinhirnrinde die Schicht der Korbzellen zugunsten der kleinen Sternzellen stark zunimmt, mit anderen Worten, daß dieselbe Funktion bei zwei Wesen, die in verschiedene voneinander sehr entfernte Klassen gehören, konvergierende histologische Variationen zustande bringen kann. Nehmen wir, von diesem Gedanken ausgehend, endgültig an, daß wir das materielle Substrat der geistigen Tätigkeit in der Hirnrinde zu suchen haben, so müssen wir die von *Klose* gestellte Frage: „Dokumentieren sich die Fähigkeiten eines Menschen im Bau seines Gehirns?“ mit *Somogyi* theoretisch unbedingt bejahen. In Wirklichkeit ist die Sache nicht so einfach, da uns nicht selten störende bzw. als wider-

sprechend erscheinende Momente begegnen. So beobachtete z. B. *Hanse-mann* am Gehirn von *Helmholtz* die ungewöhnliche Entwicklung gewisser Rindengebiete; ähnliche Oberflächengestaltung war aber auch bei mittelmäßigen Individuen anzutreffen. Infolgedessen stellte er folgende Formel auf: „Bei einem ungewöhnlich begabten Menschen kann man eine reiche Gliederung des Gehirns und besonders der Assoziationssphären im allgemeinen zu finden erwarten, umgekehrt kann man aber nicht aus einer solchen Gliederung auf die geistige Betätigung eines Menschen schließen. Es genügt nicht, daß die Assoziationssphären da sind, *sie müssen auch funktionieren*. Damit dies geschehe, muß irgendein Reiz in weitestem Sinne des Wortes einwirken . . .“ Diese Frage wird durch die Gehirnuntersuchung von einseitig Begabten zweifelsohne einen ernsten Fortschritt erfahren. Auf diesem Gebiete verfügen wir bereits über einige positive Daten, hauptsächlich bezüglich des anatomischen Korrelats der Musikalität, unser Material ist aber bedauerlicherweise äußerst dürftig. Beide Momente: die positiven Daten einerseits und das anfängliche Stadium der Forschungsrichtung andererseits genügen, um uns vom nihilistischen Pessimismus von *Sernow* und *Stieda* fernzuhalten. Bevor wir diese Frage verlassen, möchten wir noch an die eingehende Untersuchung von *Klatt* erinnern, der die allmähliche Verwandlung des Hundgehirns unter dem Einfluß der Domestikation geprüft und gefunden hatte, daß gleichzeitig mit der Rückentwicklung der Sehrinde und des Riechlappens die parietale und frontale Gegend ausdrücklich zugenommen haben. Im ganzen: „Zunahme der Assoziations-, Abnahme der Projektionsfasern“. Damit ist ein schöner Beweis für den engen Zusammenhang zwischen Leistung und Oberflächenausbildung erbracht.

Unsere zweite Frage nach dem Verhältnis zwischen Psychopathie und Talent wollen wir nicht ausführlich erörtern, ebensowenig aber vollkommen unbeachtet lassen, schon wegen ihren Berührungspunkten mit unserem Fall und Thema. Der Wettbewerb einzelner Hirngebiete der Talentgehirne läßt den Gedanken auftauchen, ob dieser gewissermaßen gestörte, vom Normalen jedenfalls abweichende Gleichgewichtszustand der Oberflächenverhältnisse nicht mit der unleugbar oft beobachteten Unausgeglichenheit der talentvoll-genialen Geister in gewissem Zusammenhange steht. Mit Rücksicht darauf, daß unsere Ansicht mit jener *Mingazzinis* in dieser Hinsicht übereinstimmt, halten wir es für angebracht, den unlängst dahingeshiedenen hervorragenden italienischen Psychiater-Neurologen zu zitieren. „Es kann sein, daß die Hypertrophie eines Corticalgebietes in gewissen Fällen mit der (relativen) Aplasie anderer Hirnzonen übereinstimmt, daher finden wir neben dem Genie enorme psychische Mängel — kindliche Neigungen, Impulsivität, epileptoide Ausbrüche — mit einem Worte, Erscheinungen einer unvollständigen psychischen Persönlichkeit oder einer unvollkommenen Bildung einiger Hirnzonen. Aber zwischen der Schlußfolgerung hieraus“,

fügt *Mingazzini* richtig hinzu, „daß das Genie das Zeichen von *Neurosen* oder von *Degeneration* sei, liegt ein großer Sprung. *C. Lombroso* selbst, der mit einem wunderbaren Reichtum der Argumente versucht hat diese These zu verteidigen, erzählt von äußerst äquilibrierten Genies, die sich schlecht mit seiner Lehre vereinigen“.

Im Einklang mit *Mingazzini*, *Riese* und *Schaffer*, zweifeln wir nicht darüber, daß *Talent* und *Genie* in erster Reihe von der *Gehirnorganisation* abhängen und deshalb mit der *Psychopathie* in keinen kausalen Zusammenhang gebracht werden können; sie sind biologische und nicht soziologische Begriffe, bei denen die soziologische Anschauungsweise unter Vernachlässigung des wesentlichen Faktors die Forschung notwendigerweise auf falsche Wege lenkt.

Psychopathie und Genie sind koordinierte Erscheinungen, die als Extremvarianten, ihrer biologischen Eigenschaft entsprechend, verhältnismäßig oft zusammentreffen, entweder im selben Individuum oder bei mehreren Mitgliedern derselben Familie.

Literaturverzeichnis.

- Berger, H.*: Arch. f. Psychiatr. **78** (1926). — *v. Economo, C.*: Z. Neur. **121** (1929); Erg. Physiol. **29** (1929). — *Economo-Koskinas*: Die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde usw. — *Ehrenwald, H.*: Z. Neur. **132** (1931). — *Gans*: Z. Neur. **75** (1921) u. **85** (1923). — *Ganter*: Allg. Z. Psychiatr. **73** (1917). — *Goldstein, K.*: Die Lokalisation in der Großhirnrinde nach Erfahrungen am kranken Menschen. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 10, S. 799—803. — *Hanseman*: Z. Psychol. **20** (1899). — *Henschen*: Pathologie des Gehirns, Bd. 5; Z. Neur. **52** (1919); **100** (1925). — *Herrmann*: Mschr. Psychiatr. **70** (1928). — *Kleist*: Bechterew-Festschrift 1926. — *Klose*: Mschr. Psychiatr. **48** (1920). — *Lewandowsky* u. *Stadelmann*: J. Psychol. u. Neur. **11** (1908). — *Mingazzini*: Neur. Zbl. **1914**. — *Möbius*: Anlage zur Mathematik. — *Peritz*: Dtsch. Z. Nervenheilk. **61** (1918). — *Retzius*: Biologische Untersuchungen, Bd. 8, 1898; Bd. 9, 1900. — *Riese, W.*: Med. Klin. **40** (1926); Zbl. Neur. **40** (1926); Mschr. Psychiatr. **64** (1927). — *Schaffer, K.*: Arch. f. Psychiatr. **96** (1932). — *Singer, Douglas* and *Abraham Low*: Amer. Neur. Assoc. Annual meet., 6. Juni 1932. — *Somogyi, J.*: Mschr. Psychiatr. **75**. — *Wagner, R.*: Abh. k. Ges. Wissensch. Göttingen **9** (1861). — *Wizel*: Arch. f. Psychiatr. **38** (1904).